

# Der Klimawandel in Bayern – Aktueller Stand und zukünftige Entwicklung

Martin Dameris

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt  
Institut für Physik der Atmosphäre, Oberpfaffenhofen

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)  
Institut für Physik der Atmosphäre (IPA) | Oberpfaffenhofen | 82234 Wessling

Prof. Dr. **Martin Dameris** | Seniorwissenschaftler  
Telefon +49 8153 28-1558 | Telefax +49 8153 28-1841 | [martin.dameris@dlr.de](mailto:martin.dameris@dlr.de)  
[www.dlr.de/ipa](http://www.dlr.de/ipa) | [www.pa.op.dlr.de/~MartinDameris](http://www.pa.op.dlr.de/~MartinDameris)



Knowledge for Tomorrow



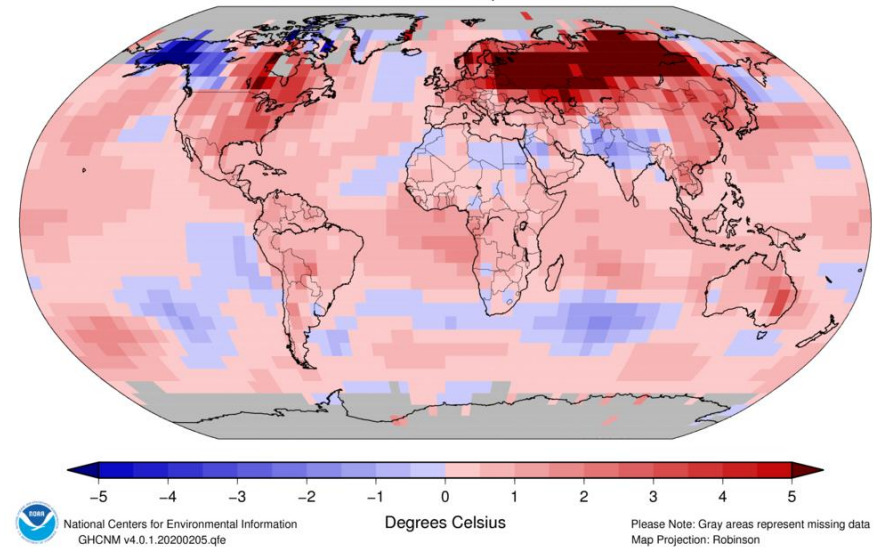
# Der Klimawandel in Bayern

## Überblick

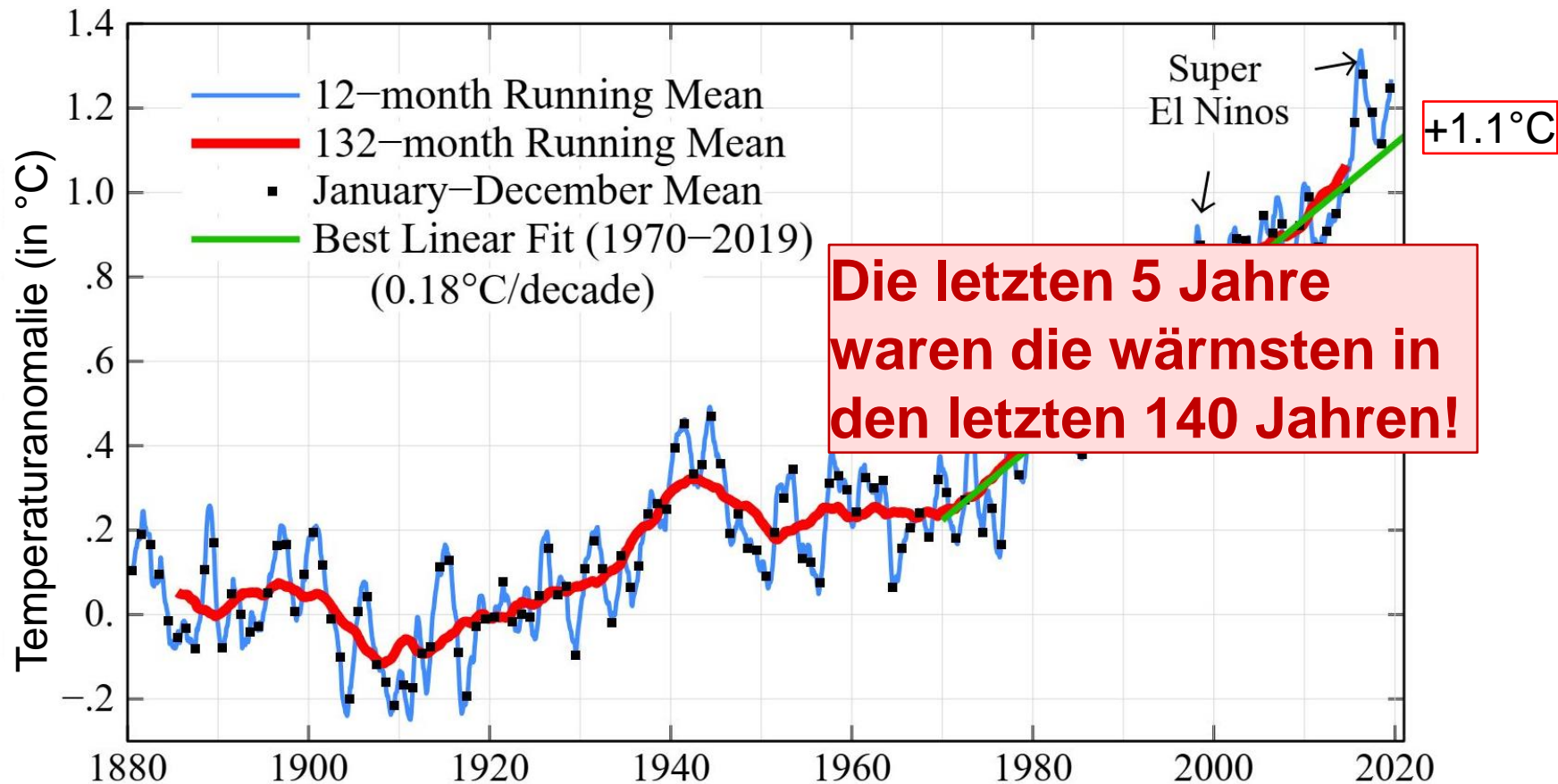
- Beobachtete globale und regionale Veränderungen
- Ursachen des Klimawandels
- Auswirkungen in Bayern (alpiner Bereich)
- Zukünftige Entwicklung
- Was ist zu tun? (1,5° bzw. 2° Grenze der Erwärmung)

Land & Ocean Temperature Departure from Average Jan 2020  
(with respect to a 1981–2010 base period)

Data Source: NOAA GlobalTemp v5.0.0–20200206



# Globale Bodentemperatur relativ zu dem Mittelwert von 1880 - 1920

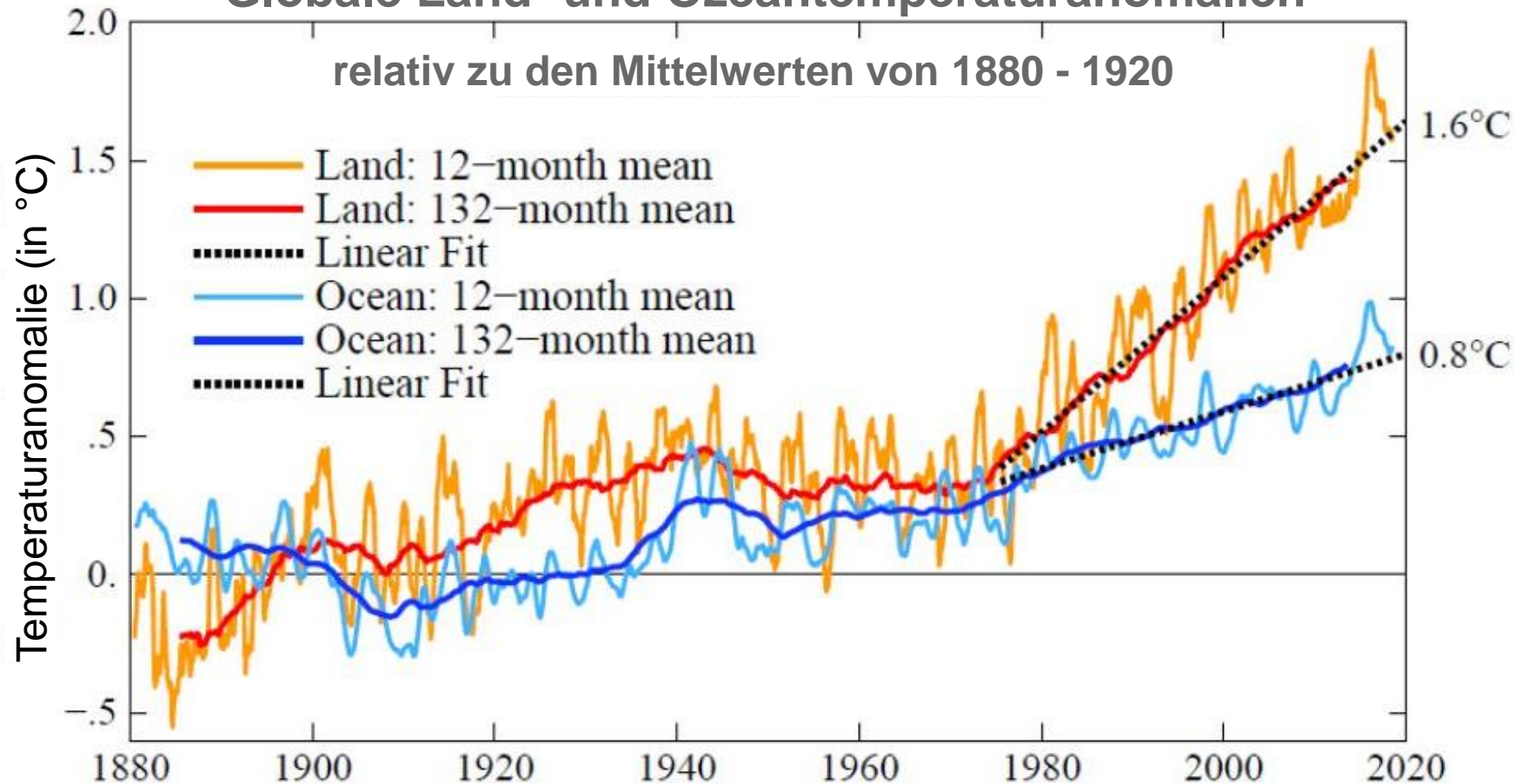


More detail is available at  
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/> and  
<http://www.columbia.edu/~mhs119/Temperature>

Hansen et al., 2020



# Globale Land- und Ozeantemperaturanomalien



More detail is available at

<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/> and

<http://www.columbia.edu/~mhs119/Temperature>

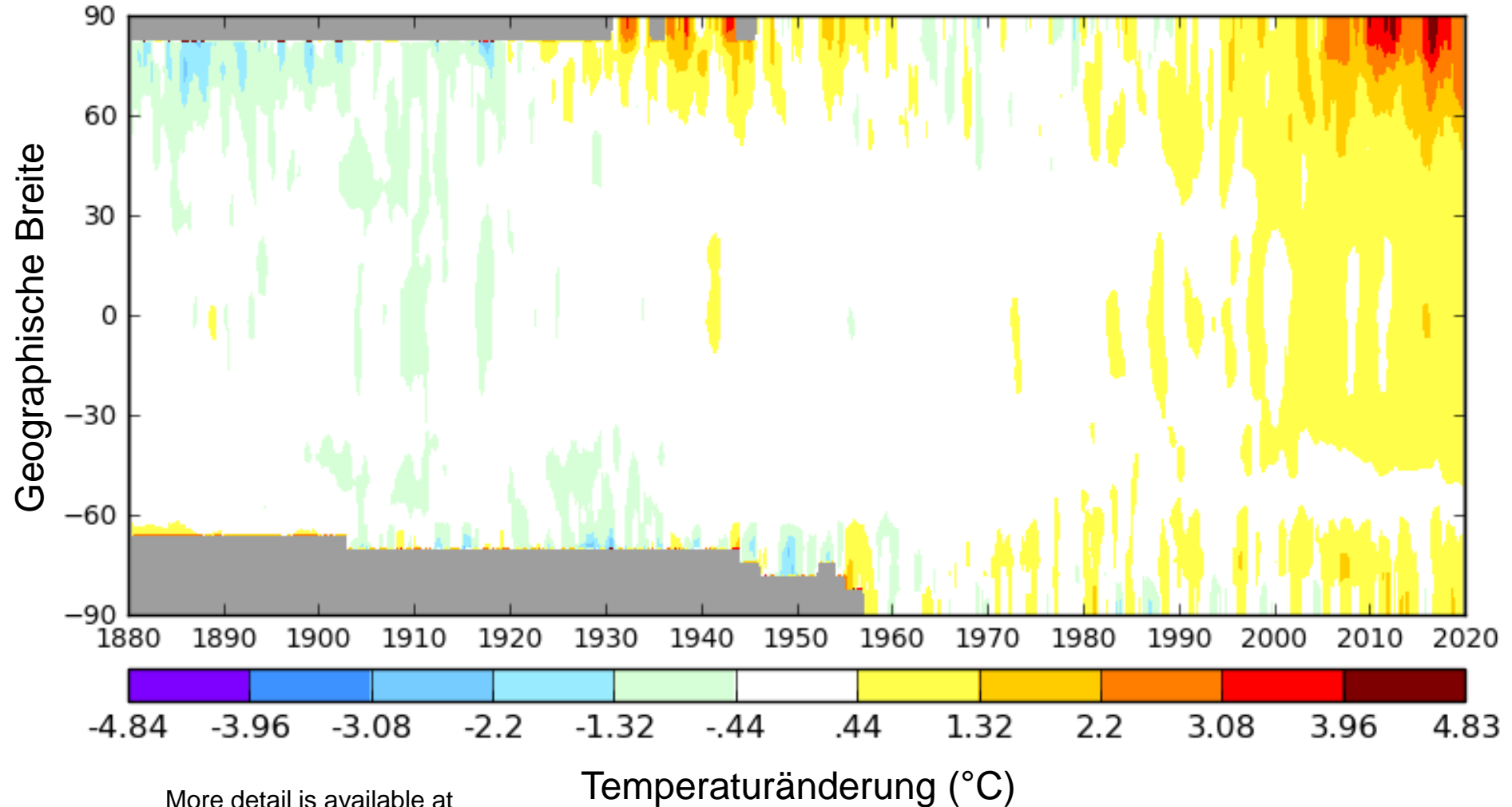
Hansen et al., 2019





# Entwicklung der Bodentemperatur seit 1880

## Weltweit (bezogen auf 1951-1980)



More detail is available at  
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

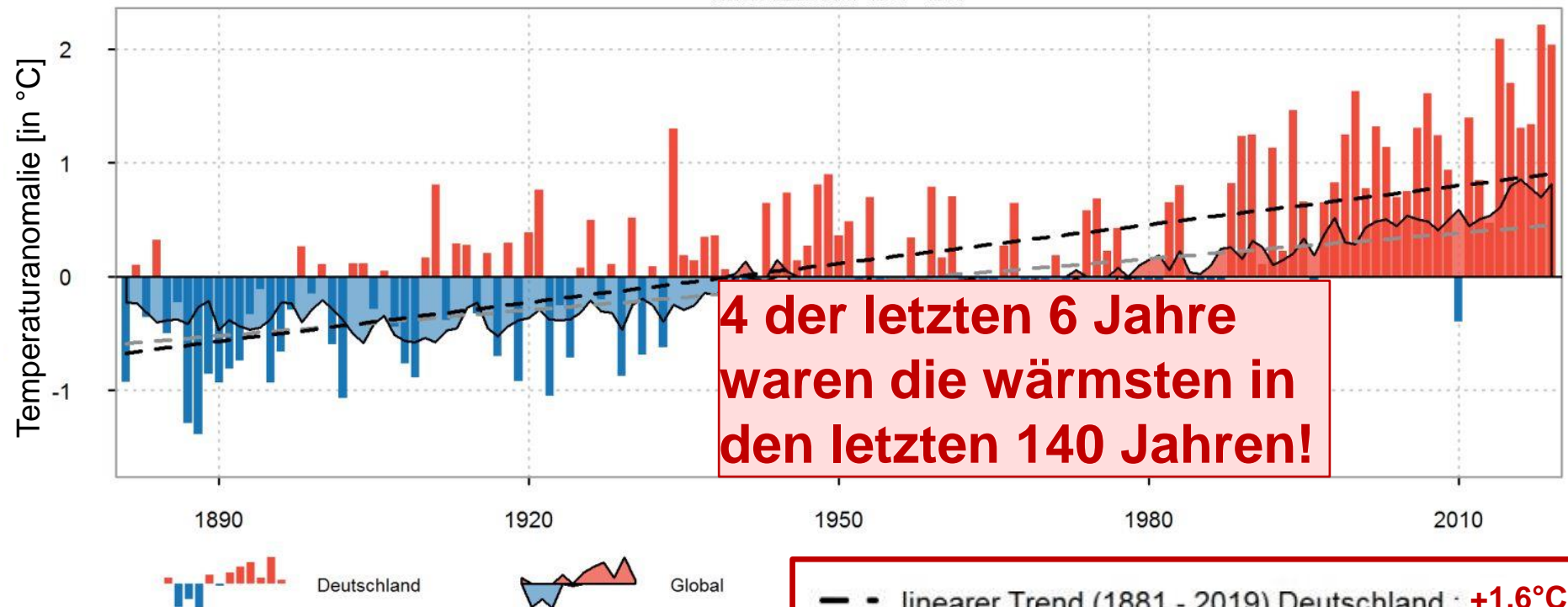


# Entwicklung der Bodentemperatur seit 1880 Weltweit und in Deutschland

## Temperaturanomalie Deutschland / Global

1881 - 2019

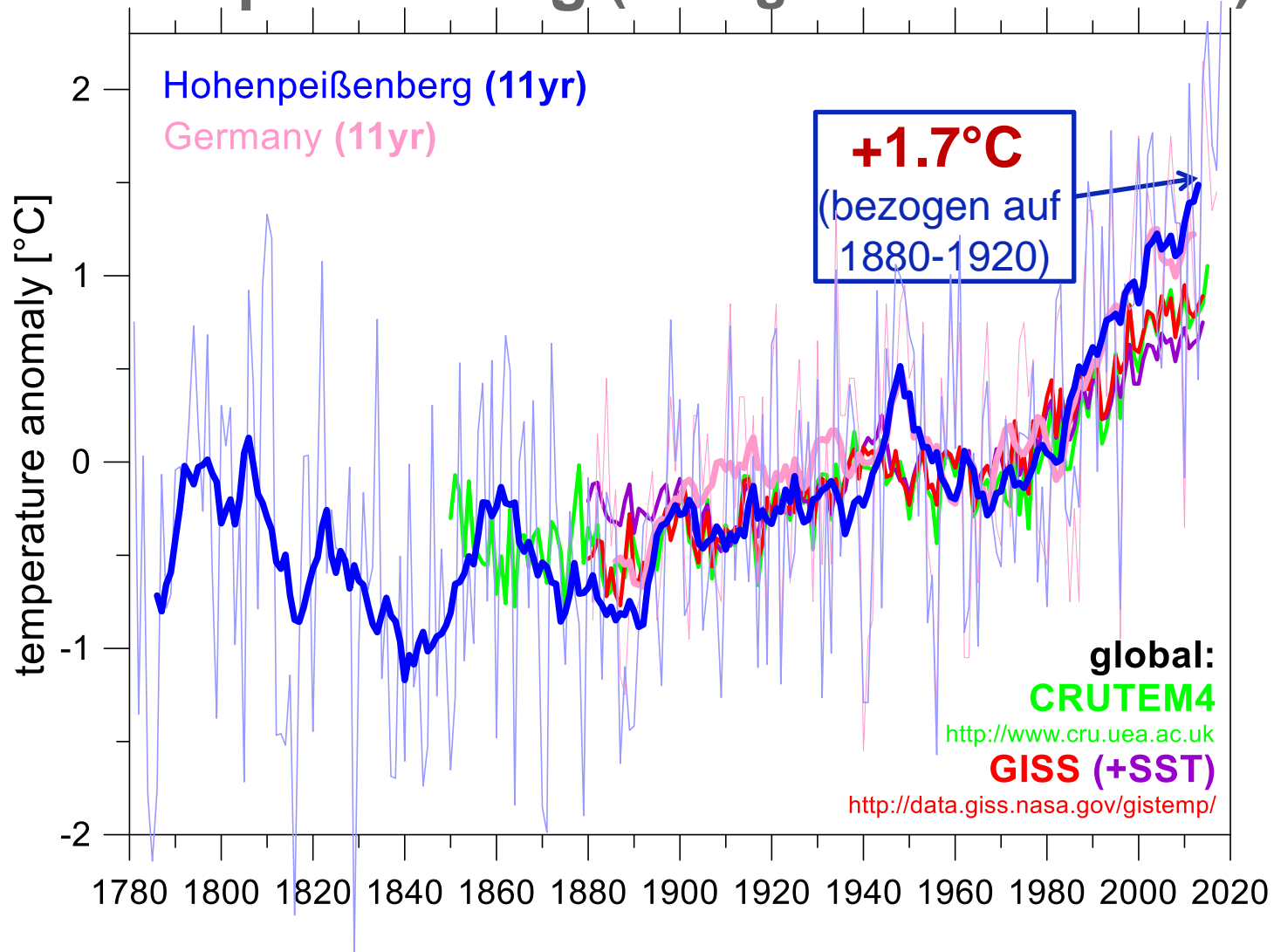
Referenzzeitraum 1961 - 1990



— linearer Trend (1881 - 2019) Deutschland : **+1,6°C**  
— linearer Trend (1881 - 2019) Global : **+1,1°C**



# Entwicklung der Bodentemperatur seit 1781 am Hohenpeißenberg (bezogen auf 1880-1920)



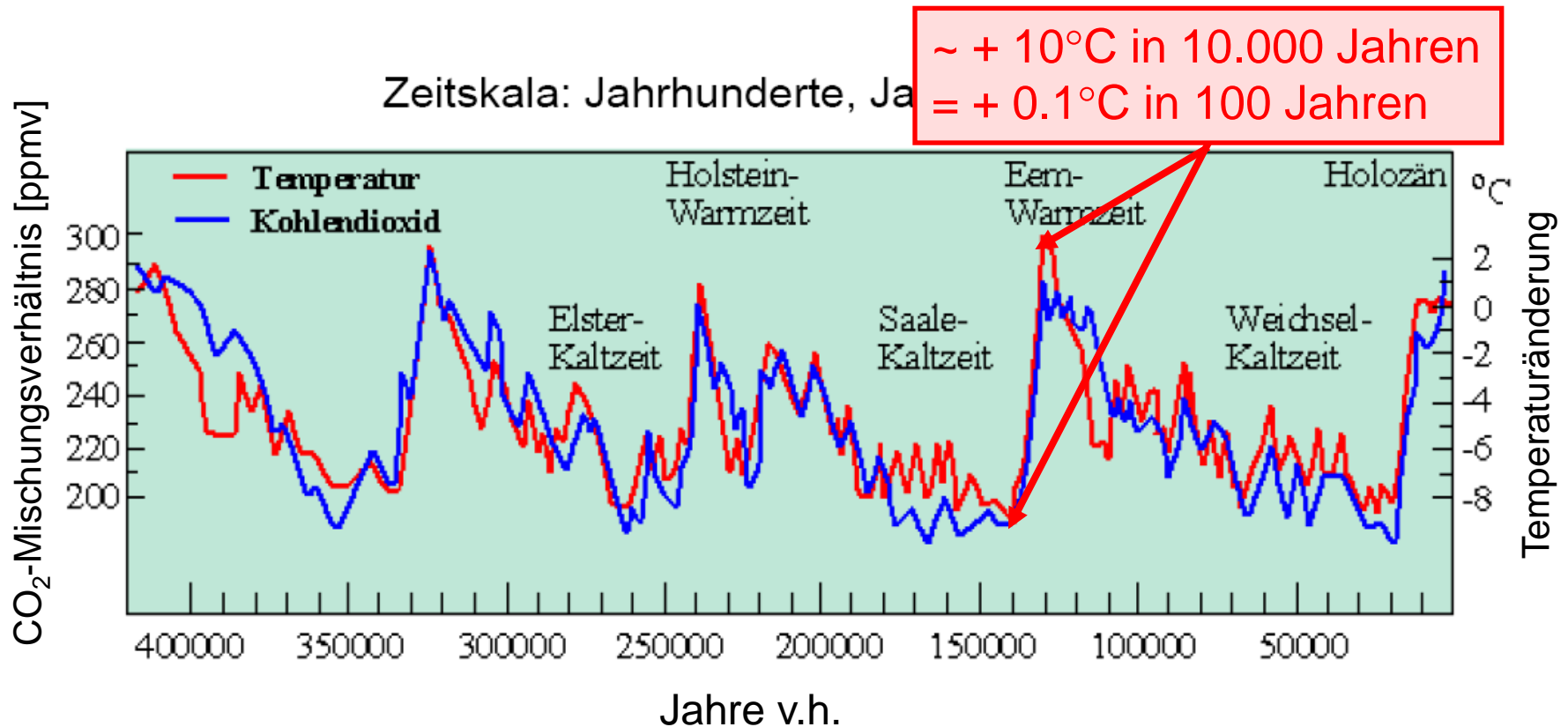
# Ursachen des Klimawandels



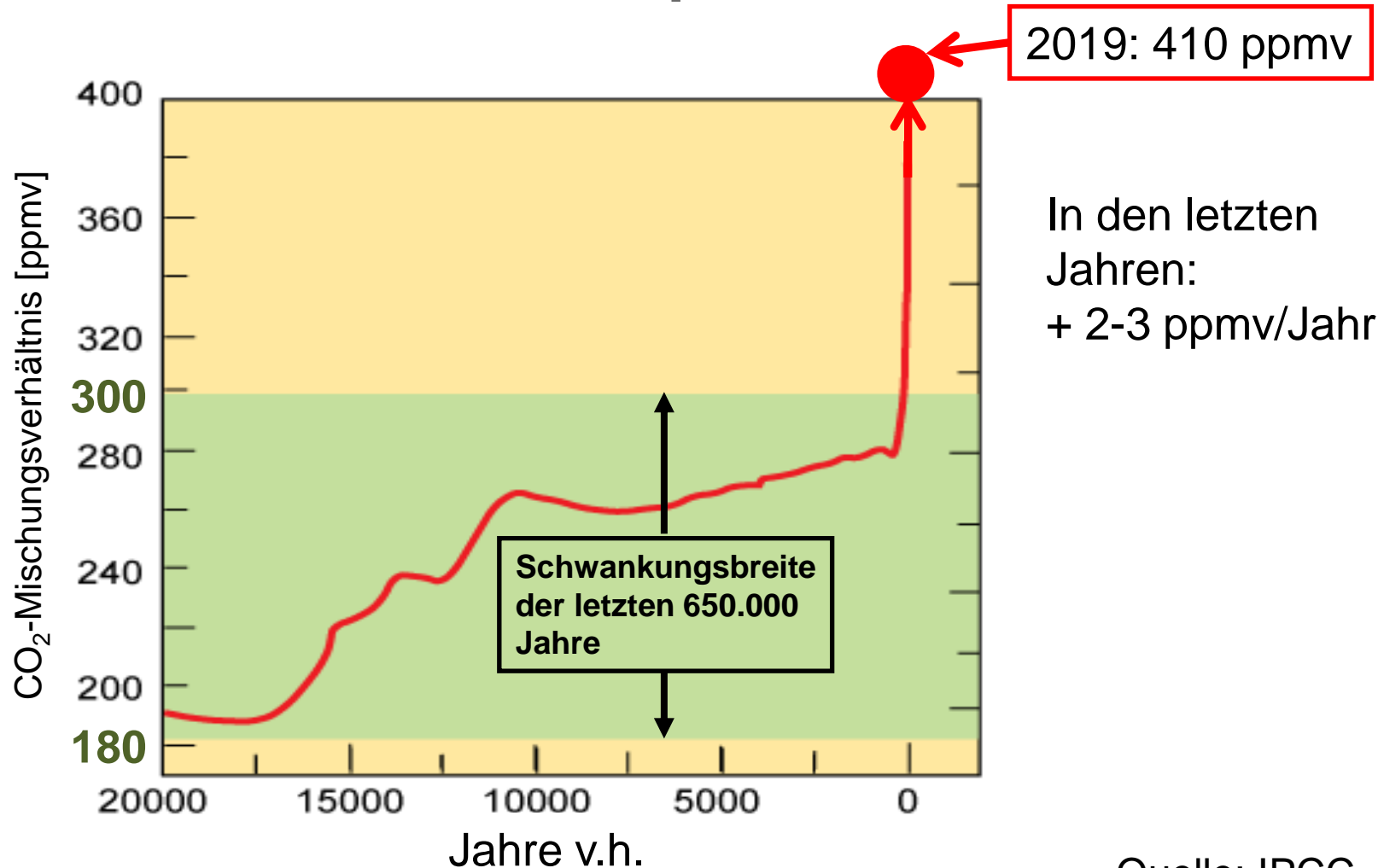


# Wie hat sich das Klima der Erde entwickelt?

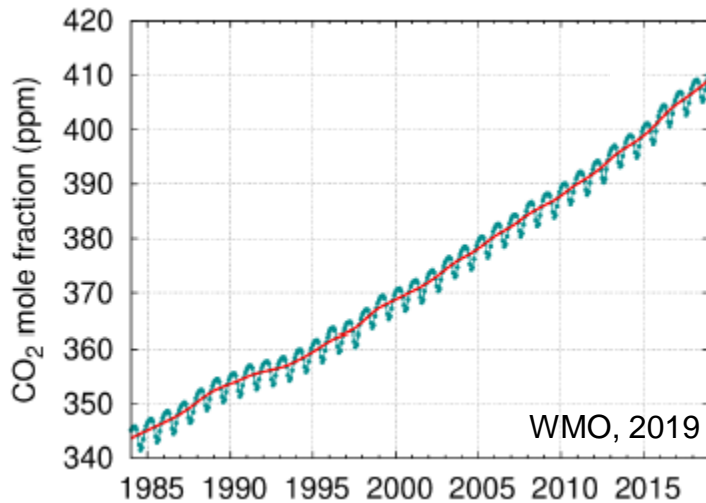
## ➤ Die letzten 420.000 Jahre ...



# Entwicklung des Kohlendioxidgehalts in der Atmosphäre



# CO<sub>2</sub>-Mischungsverhältnis

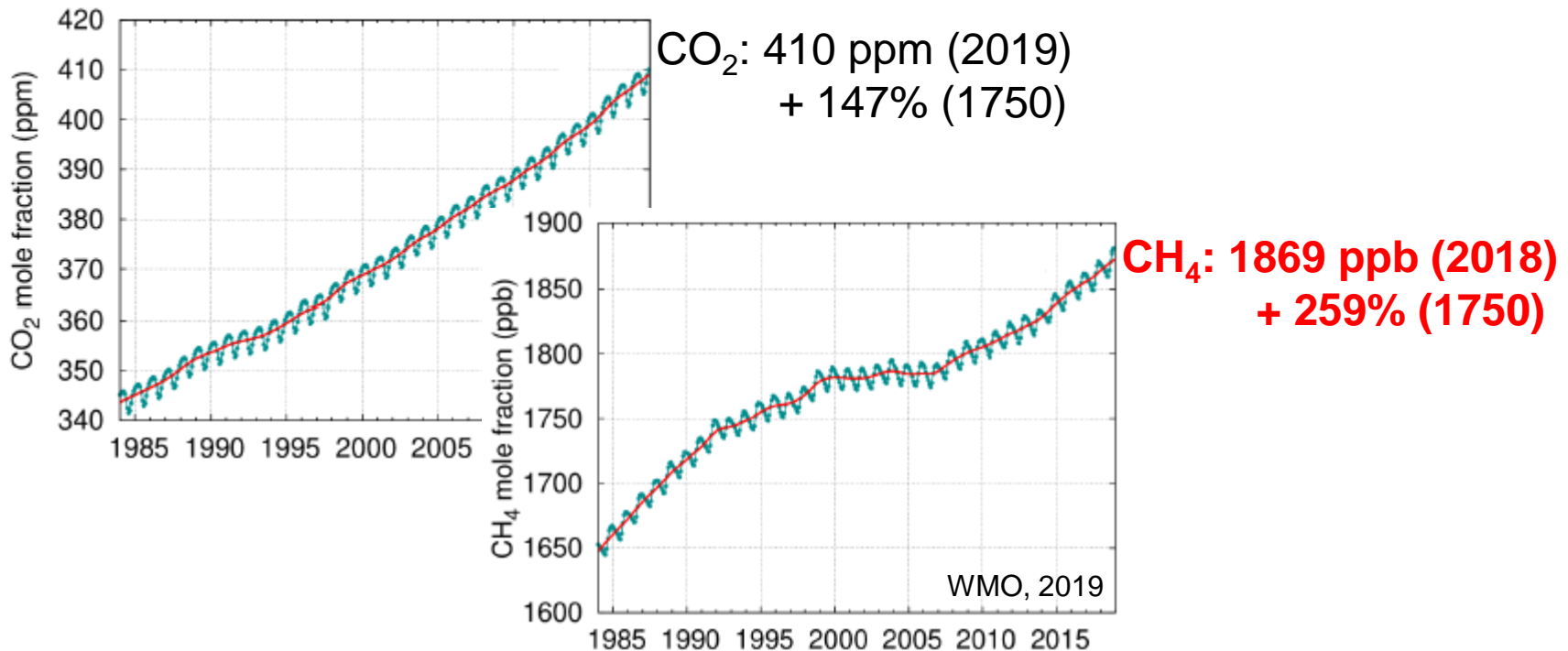


**CO<sub>2</sub>: 410 ppm (2019)**  
**+ 147% (1750)**

**ppm: parts per million** (wörtlich übersetzt „Anteile pro Million“).  $1\text{ppm} = 1 \cdot 10^{-6}$   
**ppb: parts per billion** (wörtlich übersetzt „Anteile pro Milliarde“).  $1\text{ppb} = 1 \cdot 10^{-9}$



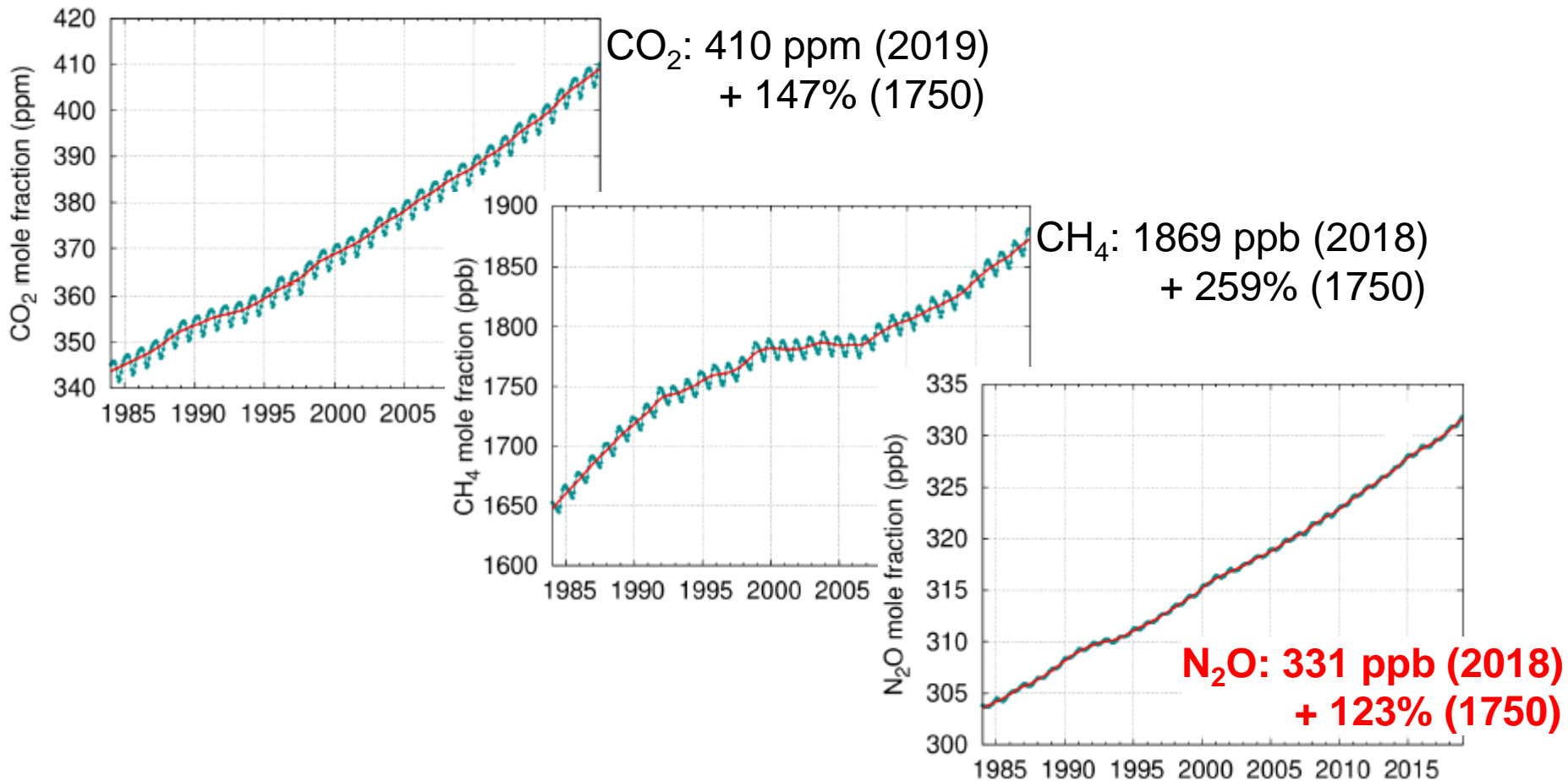
# CH<sub>4</sub>-Mischungsverhältnis



**ppm: parts per million** (wörtlich übersetzt „Anteile pro Million“).  $1\text{ppm} = 1 \cdot 10^{-6}$   
**ppb: parts per billion** (wörtlich übersetzt „Anteile pro Milliarde“).  $1\text{ppb} = 1 \cdot 10^{-9}$



# N<sub>2</sub>O-Mischungsverhältnis



WMO, 2019

**ppm: parts per million** (wörtlich übersetzt „Anteile pro Million“).  $1\text{ ppm} = 1 \cdot 10^{-6}$   
**ppb: parts per billion** (wörtlich übersetzt „Anteile pro Milliarde“).  $1\text{ ppb} = 1 \cdot 10^{-9}$

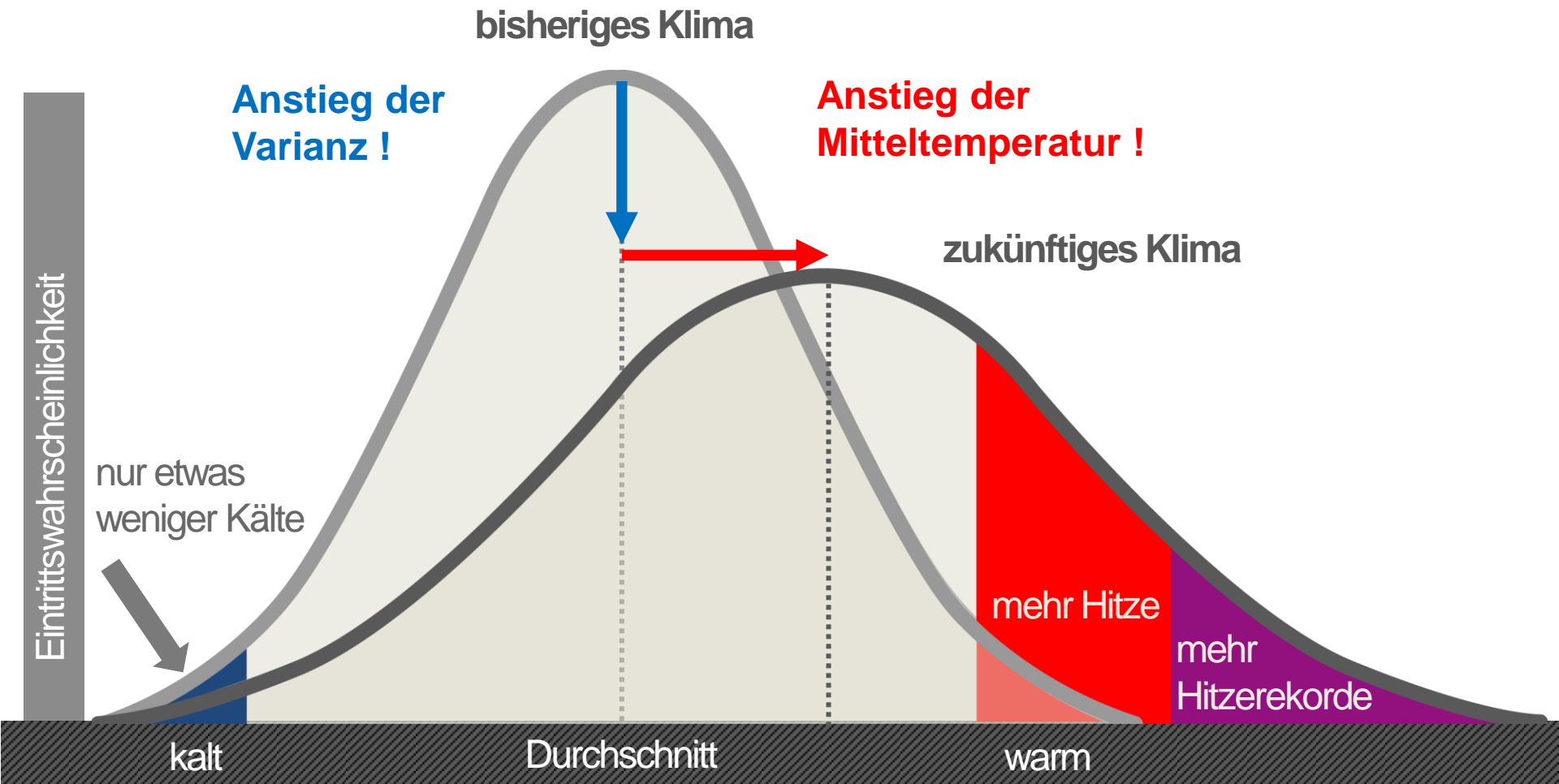




# Auswirkungen in Bayern

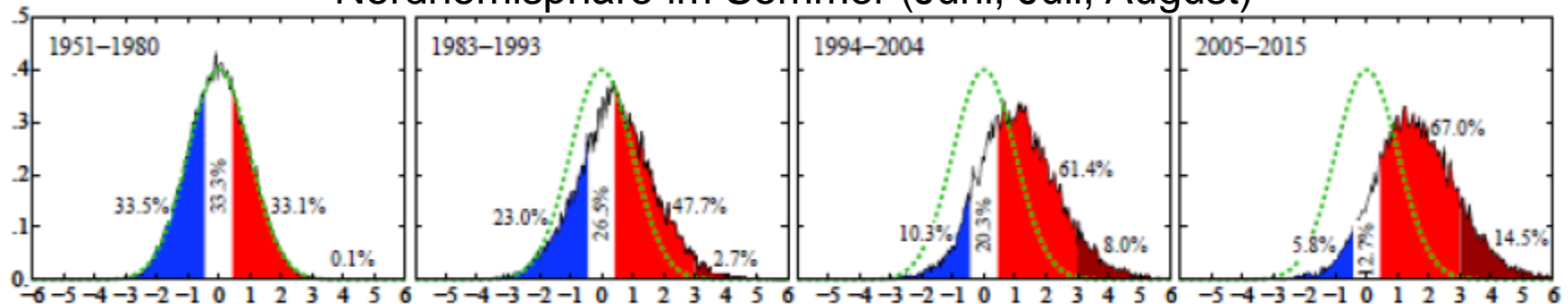


# Wetterkatastrophen – Tendenz zunehmend?

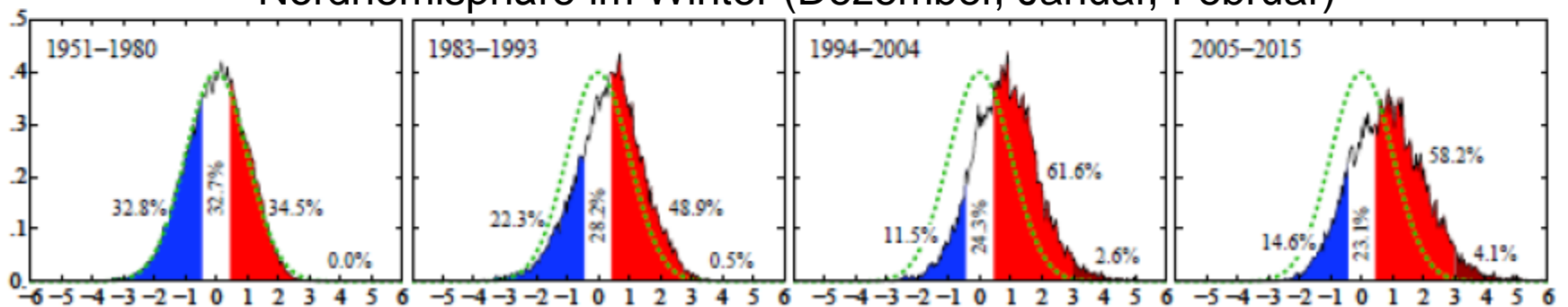


# Auftrittswahrscheinlichkeit von Temperaturanomalien

Nordhemisphäre im Sommer (Juni, Juli, August)



Nordhemisphäre im Winter (Dezember, Januar, Februar)

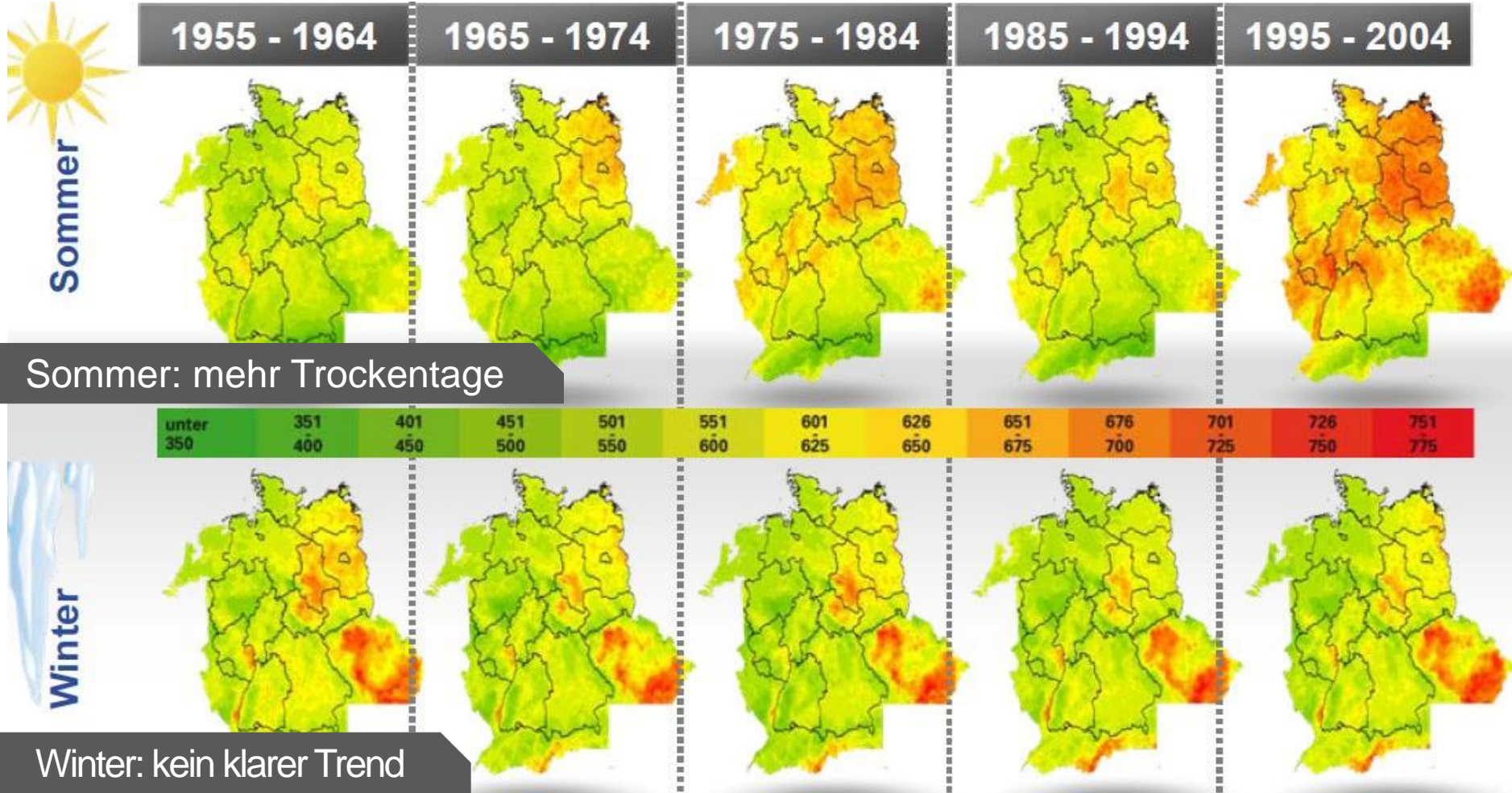


Hansen et al., 2016



# Trockentage

Anzahl der Trockentage mit weniger als 1 mm Niederschlag für 10-jährige Zeiträume



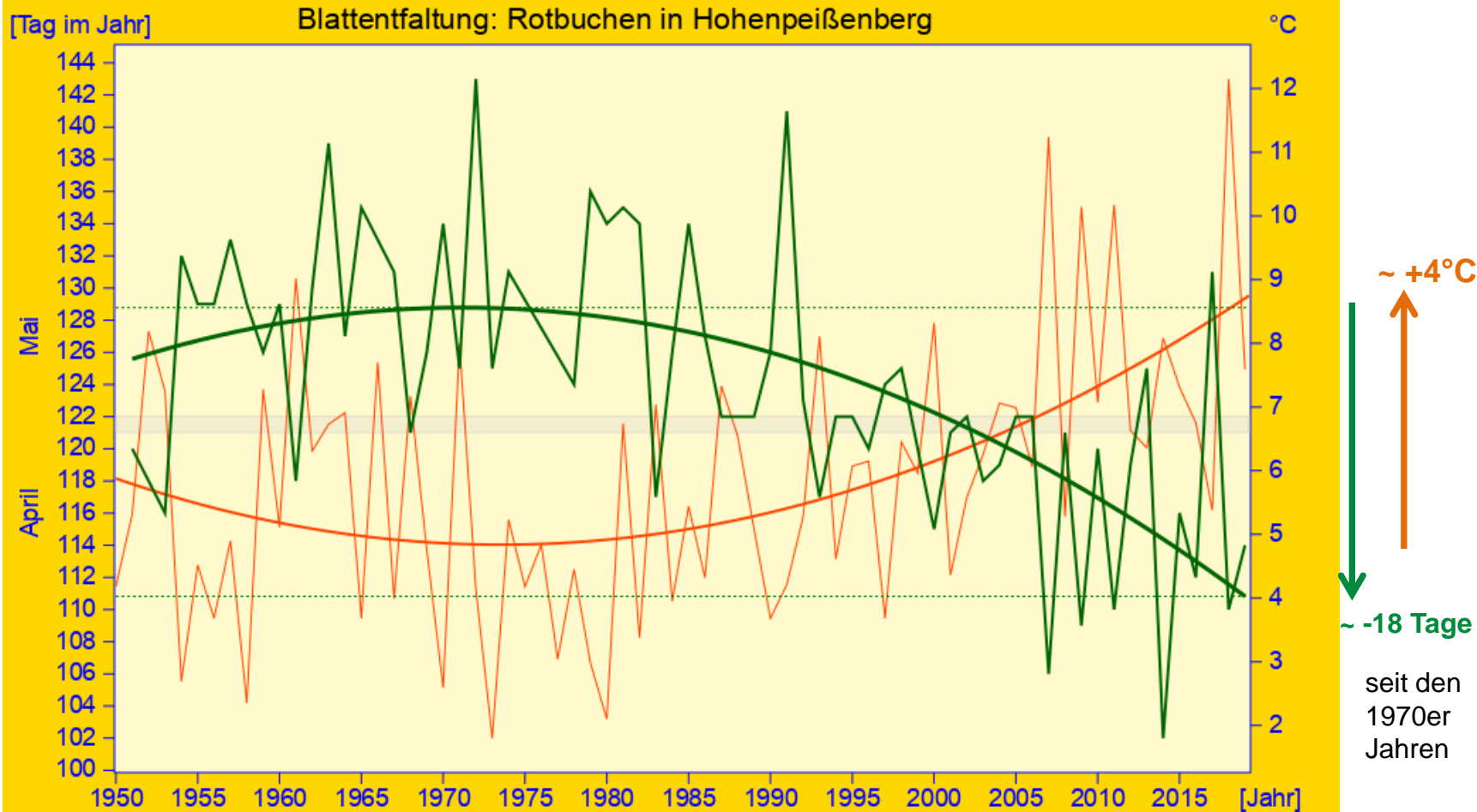


# Der Frühling kommt immer früher!

Blattentfaltung: Rotbuchen in Hohenpeißenberg

2019-12-02 20:06:53

— Eintritt Blattentfaltung (Tag im Jahr)  
— mittl. Temperatur April



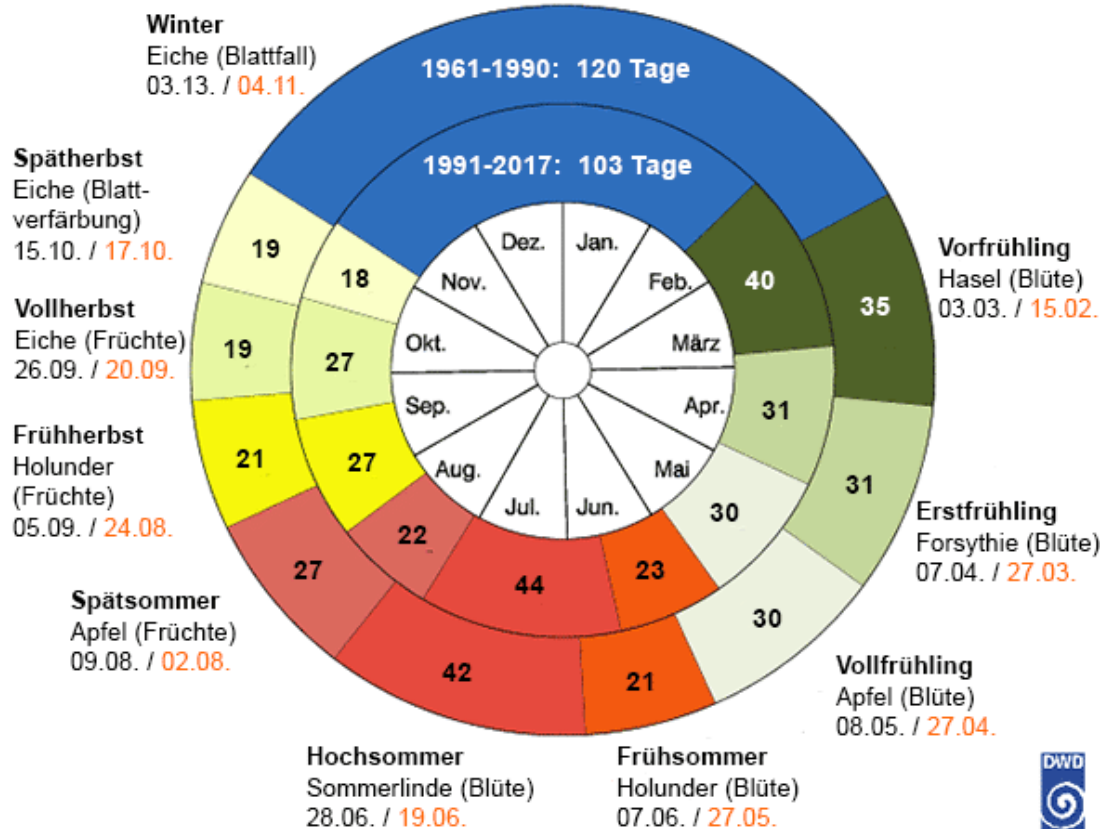


# Pflanzenphänologie und Klimawandel in Deutschland

## Phänologische Jahreszeiten für Deutschland

äußerer Ring zeigt das Mittel 1961 - 1990

innerer Ring zeigt das Mittel 1991 - 2017



Die Phänologie beschreibt die Jahreszeiten nicht nach dem Kalender, sondern nach den Wachstumsphasen bestimmter Pflanzen.

Die phänologische Uhr veranschaulicht die Änderungen der phänologischen Jahreszeiten

Deutscher Wetterdienst



# Die Folgen des Klimawandels bei uns!

- **IPCC:** *"Einige Regionen und Ökosysteme werden besonders betroffen sein, u. a. **alpine Ökosysteme**."*
- Mit jedem Höhenmeter ändert sich das Klima in den Bergen.
  - Pro 100 Höhenmeter sinkt die mittlere Jahrestemperatur um etwa 0,5°C.
- Daraus folgt, dass kleine Temperaturänderungen große Auswirkungen auf die Überlebensqualität von Pflanzen und Tieren haben.
- Die Alpen sind eine Art Vergrößerungsglas für die Folgen des Klimawandels!



# Die Folgen des Klimawandels bei uns!

- **IPCC:** *"Einige Regionen und Ökosysteme werden besonders betroffen sein, u. a. **alpine Ökosysteme.**"*
- ☹ Die Böden im Gebirge werden instabiler, das Risiko von Felsstürzen steigt (Auftauen von Permafrostböden).
- ☹ Längere Trockenperioden: Folgen für den Wasserhaushalt.
- ☹ Die Schneebedeckung sinkt in den Frühlingsmonaten.
- ☹ Gletscher verschwinden: Wasserverfügbarkeit und damit die Trinkwasserversorgung sind beeinflusst.
- ☹ Erwärmungen von Gewässern verändern die Wasserqualität.
- ☹ Veränderung der Vegetationsperiode werden beobachtet.
- ☹ Verbreitungsgebiete von Pflanzen und Tierarten verändern sich.
- ☹ Pflanzen können verdrängt werden und Tierarten können aussterben.
- ☹ Störungen in der Nahrungskette treten auf.



# Zukünftige Entwicklung



# CO<sub>2</sub>-Emissionen: Aktuell und Zukunftsszenarien

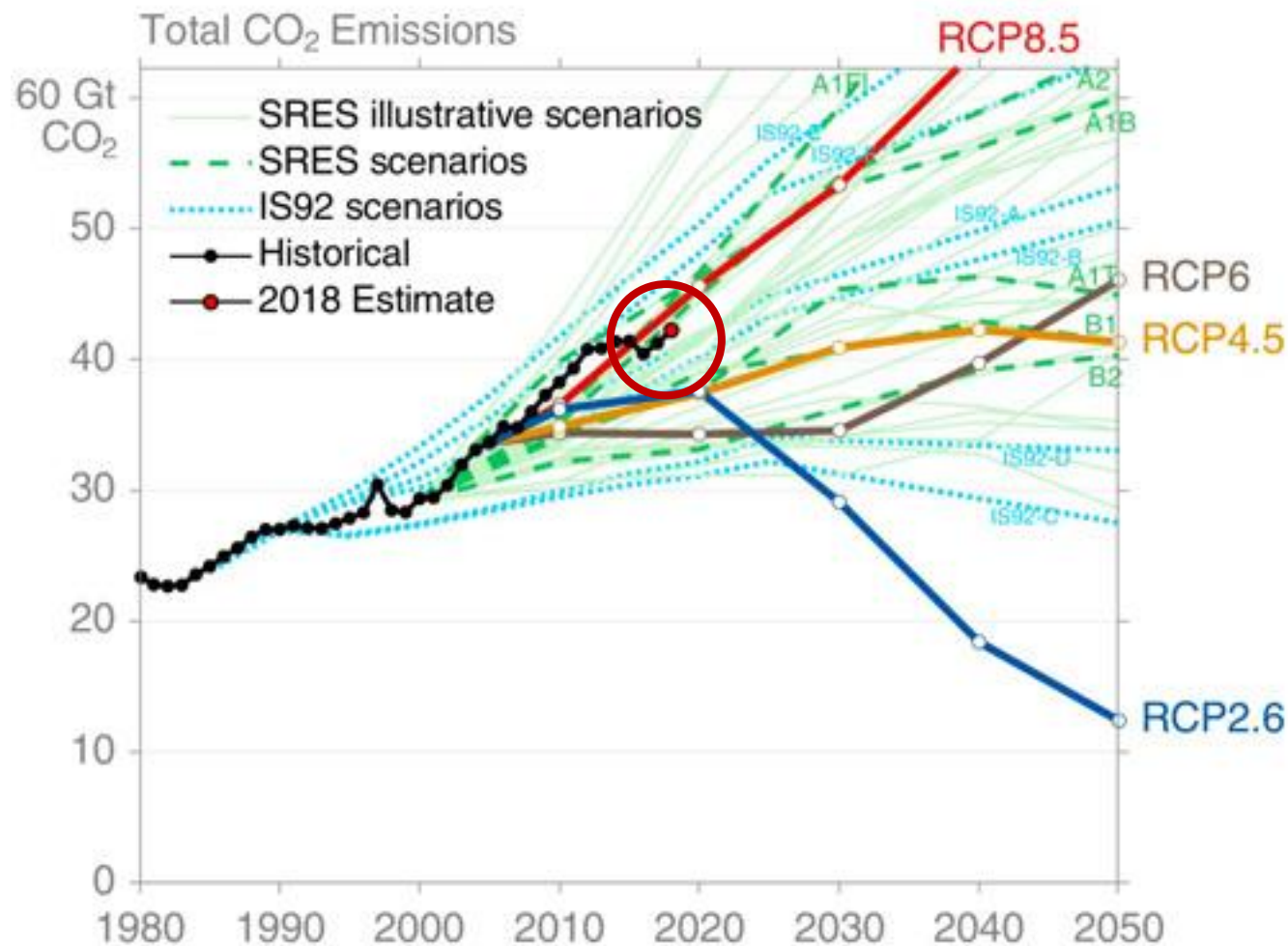
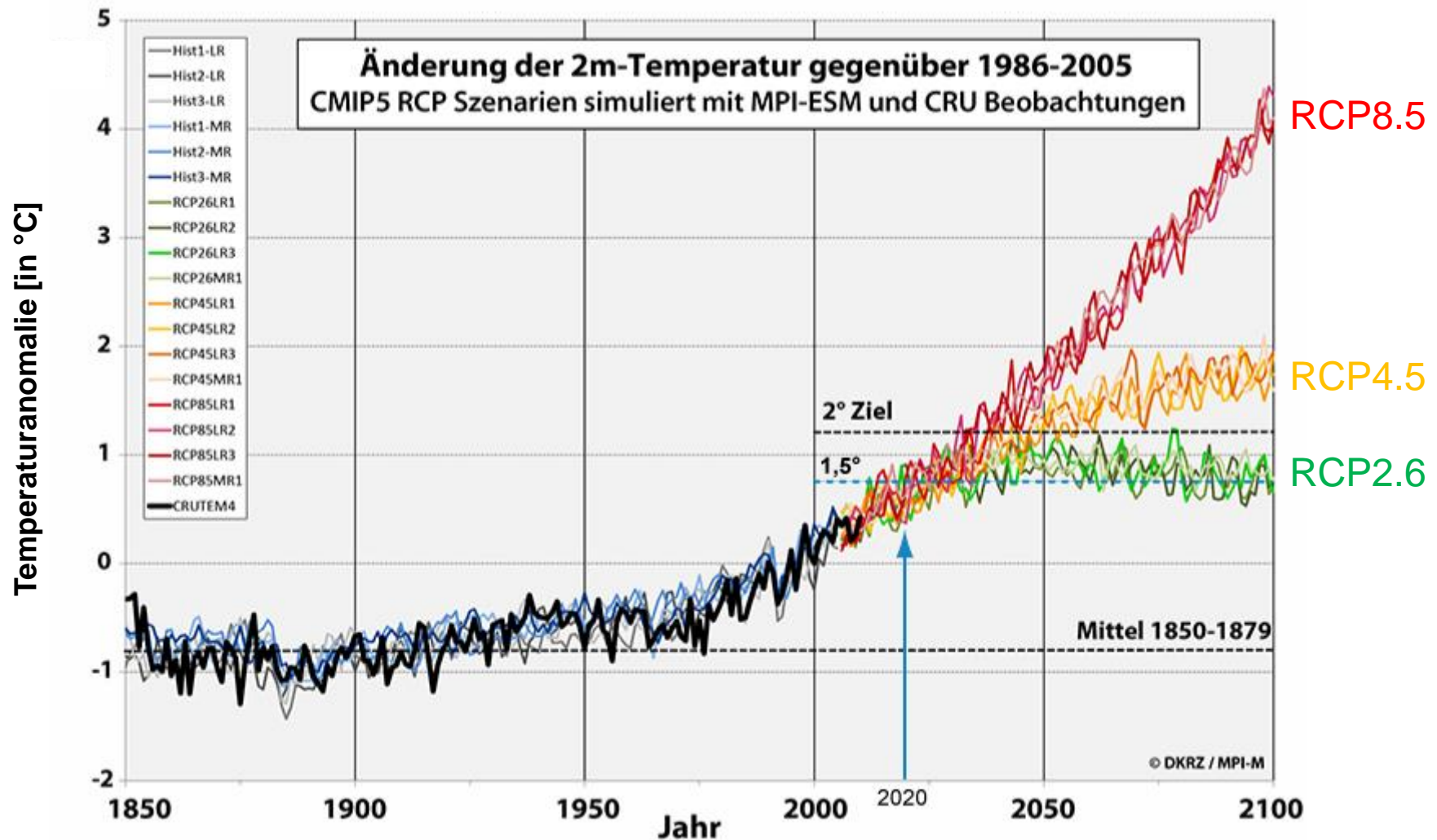


Figure: @robble\_andrew, @Peters\_Glen





# Entwicklung der bodennahen Temperatur (global)



Quelle: DKRZ



# Was ist zu tun?



# Die 2°C Grenze

## Ist es zu erreichen? Was muss getan werden?

- ! Paris (2015) COP21: Der weltweite Scheitelpunkt der Treibhausgasemissionen soll so bald wie möglich erreicht werden. Zur Erreichung der Ziele legen die Staaten ihre nationalen Klimaschutzbeiträge selbst fest. Um die Erfüllung der Ziele sicherzustellen, findet alle fünf Jahre, beginnend 2018, eine globale Bestandsaufnahme statt.
- ! Ziel für **Deutschland**: Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um **95%** bezogen auf das Jahr 1990 bis 2050 (klimaneutral).
- ! Aktuell: **Deutschland** etwa **11,3t\* CO<sub>2</sub>** (äquivalent) pro Kopf und Jahr! (Europa: 8,8t\*; USA: ~17t\*; China: 8,5t\*; Welt: ~7t\*)

(\*: Werte für 2017; Statistisches Amt der EU)



# Paris (2015) COP21

## **! Senkung der Emissionen von Treibhausgasen in Deutschland:**

- um 40%\* bis zum Jahr 2020 (Ende 2019: 35,7%\*)
- um 55%\* bis zum Jahr 2030
- um 70%\* bis zum Jahr 2040
- um 95%\* bis zum Jahr 2050

\*gegenüber dem Niveau vom 1990 (Quelle: Umweltbundesamt).



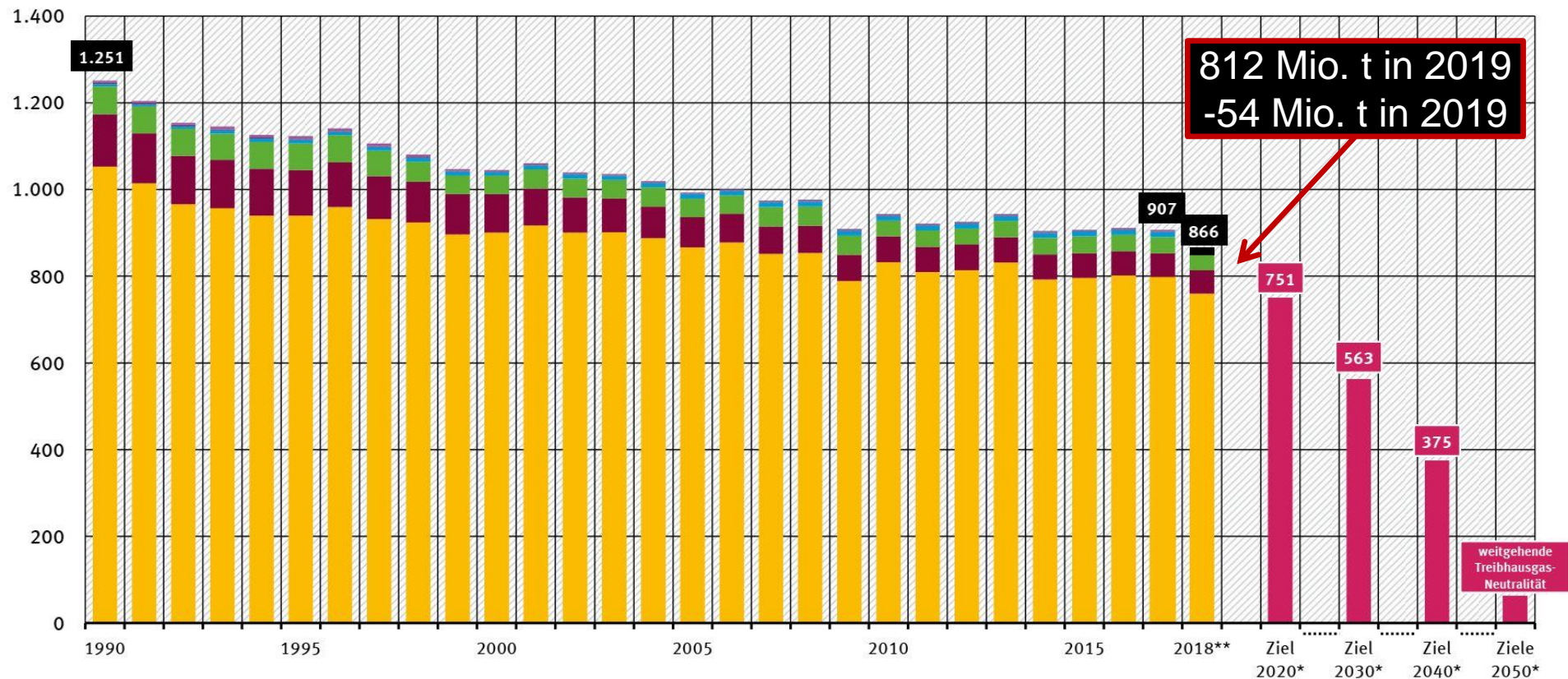


# Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland (nach Sektoren)

■ Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)  
■ Distickstoffoxid (Lachgas, N<sub>2</sub>O)

■ Methan (CH<sub>4</sub>)  
■ Wasserstoffhaltige Fluorchlorkohlenwasserstoffe (H-FKW)

Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente



Quelle: Umweltbundesamt





# Die 2°C Grenze

## Warum gerade 2°C?

- Erstmals 1995 bei der Berliner Klimakonferenz offiziell genannt.
- Innerhalb der natürlichen Schwankungen bleiben (1970er Jahre).
- ! **IPCC**: Ab etwa 2,2°C Erwärmung insgesamt, wird insgesamt ein **großer Verlust der biologischen Vielfalt** erwartet, insbesondere die in alpinen Lebensgemeinschaften.



# Was ist zu tun?

## ! Landschaftsschutz ist Klimaschutz!

**IPCC:** "22% des Klimawandels sind durch Landnutzungsänderungen verursacht."

➡ Flächenverbrauch minimieren! Täglich werden allein in Bayern etwa 11,7 ha\* der Natur entzogen.

[\* 2017 (Bay. Staatsministerium f. Umwelt und Verbraucherschutz) ]

➡ Renaturierungsmaßnahmen fördern, heimische Pflanzen verwenden. Artenvielfalt erhalten!

➡ Bio-Landwirtschaft unterstützen!

- Ökolandbau benötigt im Schnitt ein Drittel weniger Energie für die gleiche Menge Nahrungsmittel als die konventionelle Landwirtschaft. (Wir essen etwa 500 kg/Jahr/Kopf = etwa 2t CO<sub>2</sub>/Jahr/Kopf durch Produktion, **Transport**, **Lagerung**, Zubereitung)
- Ökofelder sind humusreicher und binden zusätzlich CO<sub>2</sub>. Verzicht auf Kunstdünger reduziert N<sub>2</sub>O Emissionen.



# Fazit

- Der Klimawandel ist in vollem Gange!
- Die Ursachen sind lange bekannt und gut verstanden!
- Die Auswirkung sind deutlich spürbar – auch bei uns!
- Der Klimawandel wird sich in den nächsten Jahren weiter verstärken!
- Wir können es noch schaffen die globale Erwärmung unterhalb von 2°C zu halten, aber nur, wenn wir weiter die Treibhausgasemissionen reduzieren!

